

# A madeira de "Eucalyptus Globulus" como matéria prima da indústria da celulose <sup>(1)</sup>

POR

ANTÓNIO DA COSTA CABRAL

Engenheiro químico

## Introdução

Atribue-se a introdução da espécie *E. Globulus* em Portugal ao comerciante inglês Guilherme Tait, que haveria plantado a primeira árvore num jardim de Vila Nova de Gaia. De então para cá, mas muito especialmente durante a Guerra mundial e nos anos imediatos, fizeram-se grandes plantações de eucaliptos em vários pontos do país.

Se se tiver em conta as dificuldades, ainda longe de estar resolvidas, do emprêgo da madeira de *Eucalyptus Globulus* nas indústrias de construção civil, tanoaria, etc., não será exagêro concluir-se, que a maioria das vezes, na mente dos plantadores não existia um objectivo certo e seguro, sobretudo quanto à aplicação ulterior da madeira, à medida que as matas fôssem chegando à idade da sua exploração.

Um tão grande entusiasmo pela plantação de eucaliptos, que de uma forma geral se reduziu à espécie *Globulus*, parece ser devido, unicamente, ao rápido crescimento da árvore e à grande valorização das lenhas durante aquele periodo, que fatalmente teria de ser curto.

Terminada a Guerra, normalizados os transportes e a explora-

---

(1) Trabalho efectuado no laboratório de Tecnologia Florestal do Instituto Superior de Agronomia da direcção do professor M. de Azevedo Gomes.

(Subsidiado pela Junta de Educação Nacional).

ção das minas, as lenhas não podendo suportar a concorrência dos combustíveis minerais, desvalorizaram-se rapidamente, desaparecendo como era lógico, a principal aplicação da madeira de eucalipto.

Muitos proprietários olham actualmente para as suas magníficas matas de eucaliptos mas ficam perplexos, quando pensam na aplicação a dar a uma tão grande massa de madeira.

O fim d'este trabalho é contribuir, muito modestamente, para a solução parcial d'este problema; não estudando as possibilidades duma nova aplicação, porque essa já existe na prática, mas sim, a revelação das condições em que ela se pode efectuar e que até agora constituíam segredo de indústria.

### Composição química da madeira

As determinações são feitas em relação à madeira absolutamente seca.

Cinzas	0,29 %	
Lenhina (a)	12,66 %	
Celulose $\alpha$	50,01 %	} Celulose total (b) 82,02 %
Celulose $\beta$	5,80 %	
Celulose $\gamma$	26,18 %	

O elemento essencial do lenho para o fabrico de celulose é a fibra.

As fibras são especialmente constituídas por celulose reforçada por várias substâncias incrustantes, das quais a mais importante é a lenhina.

A obtenção de celulose resume-se pois, no emprêgo de agentes químicos, que associando-se às substâncias incrustantes, dão produtos solúveis na água, deixando livre e intacta a celulose, que é o produto cuja obtenção se tem em vista.

Os principais processos industriais para a obtenção de celulose e os únicos de que nos servimos são os seguintes:

---

(a) Determinado segundo o processo de Klason.

(b) Determinado segundo o processo de Cross e Bevan.

*Ácidos*—Em que os agentes químicos empregados são o anidrido sulfuroso e os bisulfitos alcalinos ou alcalino-terrosos; de entre estes o mais empregado na indústria é o bisulfito de cal e mais modernamente o bisulfito de magnésia.

*Básicos*—Em que o agente químico é a soda cáustica e nalguns casos muito especiais, a cal hidratada.

### **Pasta pelo processo do bisulfito**

Industrialmente, a prática dêste processo consiste em tratar a madeira, sob uma determinada pressão, por uma solução de sulfito de cálcio e anidrido sulfuroso, êste último em proporção tal, que se forme o bisulfito de cal e ainda fique uma quantidade determinada de anidrido sulfuroso em solução na água.

A qualidade e características da pasta obtida por êste processo dependem dum grande número de factores, tais como a relação entre o sulfuroso total e o pêso da madeira tratada, absolutamente sêca, a relação entre o sulfuroso livre e o sulfuroso combinado, a concentração da lixívia em sulfuroso total, a temperatura e pressão a que se efectua a lixiviação e o ritmo em que aquelas se elevam, o tipo de lixiviador empregado, sistema de aquecimento e ainda o maior ou menor tempo necessário para efectuar a lixiviação, etc. etc.

No caso do E. Globulus, e dadas as características especiais desta madeira, a resolução do problema consistiu em estudar a influência de cada um dos factores e a conjugá-los de forma a obter:

- a) O maior rendimento possível em celulose;
- b) Uma celulose tanto quanto possível isenta de lenhina e um grande número de fibras inteiras e não atacadas.

As lixívias que empregámos foram preparadas fazendo passar uma corrente de gás sulfuroso sobre um leite de cal e tituladas depois pelos processos analíticos correntes.

Misturando em proporções convenientes as lixívias de composição diferente, pode-se obter uma lixívia com uma relação determinada entre o sulfuroso livre e o sulfuroso combinado, e uma vez feita a mistura, calcula-se qual a quantidade de água a adicionar para obter a concentração desejada em sulfuroso total.

Todos os ensaios foram feitos num autoclave de bronze de fosforoso, não atacável pelos ácidos, com aquecimento por vapor indi-

recto e a quantidade de sulfuroso total em relação à madeira absolutamente seca foi sempre de 10 0/0.

### 1.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0	Até 1 Kg.	3 Horas
SO <sup>2</sup> livre 2 0/0	De 1 a 1,5	1 Hora
SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	De 1,5 a 2	1 Hora
	A 2 Kg.	2 Horas
	De 2 a 3,5	1 1/2 Horas

Resultado do exame microscópico—Madeira crua, não lixiviada.

### 2.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0	Até 3,5 Kg.	2 Horas
SO <sup>2</sup> livre 2 0/0	A 3,5 Kg.	6 Horas
SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0		

Resultado do exame microscópico—Madeira um pouco mais lixiviada, mas ainda de muito difícil desfibração.

### 3.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0	Até 3,5 Kg.	2 Horas
SO <sup>2</sup> livre 2 0/0	A 3,5 Kg.	10 Horas
SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0		

Resultado do exame microscópico—Bastante mais avançada a deslenhificação, bastantes fibras queimadas. Núcleos de fibras desfeitos

e lenhificados. Vasos alguns completamente lenhificados, outros deslenhificados.

#### 4.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 18 Horas

Resultado do exame microscópico—Madeira queimada.

#### 5.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 14 Horas

Resultado do exame microscópico—A deslenhificação de fibras e vasos quasi tão avançada como na 3.ª lixiviação. Bastantes fibras queimadas e desfeitas.

#### 6.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 12 Horas

Resultado do exame microscópico—Celulose muito parecida com a obtida na 3.ª lixiviação.

**7.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4,0 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2,2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,8 0/0	A 3,5 Kg. (Esteve 24 horas a frio no autoclave, devido a avaria na tubagem do vapor)	10 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras e vasos bastante deslenhificados. Impreciso devido à anomalia citada.

**8.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4,0 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2,2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,8 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 6 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras e vasos menos deslenhificados que na 3.ª lixiviação. Maior número de fibras fraccionadas.

**9.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4,0 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2,2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,8 0/0	A 4 Kg.	10 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras e vasos pouco deslenhificados. Fibras partidas e atacadas em grande número.



**10.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 3,00 0/0 SO <sup>2</sup> livre 1,65 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,35 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 8 Horas

Resultado do exame microscópico—Madeira atacada interiormente. Muitas fibras e vasos incompletamente deslenhificados. Alguns vasos deslenhificados.

**11.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 3,00 0/0 SO <sup>2</sup> livre 1,65 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,35 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	2 Horas 14 Horas

Resultado do exame microscópico—As fibras e vasos estão deslenhificados na proporção de 75 0/0 aproximadamente, mas muito atacados, encontrando-se alguns vasos por deslenhificar.

**12.ª Lixiviação**

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 3,0 0/0 SO <sup>2</sup> livre 1,7 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 1,3 0/0	Até 4 Kg. A 4 Kg.	2 Horas 8 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras e vasos bastante deslenhificados, mas muito atacados. Alguma madeira queimada e indesfibrável.

## 13.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Até 3,5 Kg. A 3,5 Kg.	6 Horas 6 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras quasi completamente deslenhificadas, sôltas, inteiras, algumas um pouco atacadas. Vasos, um ou outro com alguma lenhina. Celulose bastante clara.

## 14.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Fez-se subir a pressão de 1/2 Kg. em cada meia hora e manteve-se a 3,5 Kg. durante 1/2 H.	Tempo total 8 Horas

Resultado do exame microscópico—Um pouco superior ao anterior, ainda menos vasos com alguma lenhina. Celulose mais clara.

## 15.ª Lixiviação

Comp. da lixívia	Pressões	Tempos
SO <sup>2</sup> total 4 0/0 SO <sup>2</sup> livre 2 0/0 SO <sup>2</sup> comb. 2 0/0	Fez-se subir a pressão de 1/2 Kg. em cada meia hora e manteve-se a 3,5 Kg. durante 2,5 H.	Tempo total 10 Horas

Resultado do exame microscópico—Fibras e vasos completamente deslenhificados; as fibras inteiras, sôltas e não atacadas. Celulose clara, facilmente branqueável.



Dos resultados obtidos em cada uma das lixiviações efectuadas, deduz-se, em primeiro lugar, a grande influência dos diferentes factores e da variação de cada um dêles, na qualidade do produto obtido; em segundo lugar, que as condições em que foi efectuada a 15.<sup>a</sup> lixiviação (última) satisfazem a uma realidade industrial, sobretudo se se tiver em conta as pequenas quantidades de madeira (200 gr. aproximadamente) e o embaraço devido à má circulação da lixívia, muito difícil de vencer nos grandes lixiviadores industriais e assaz agravado nos pequenos autoclaves de laboratório.

Se compararmos as condições em que foram feitas a 3.<sup>a</sup> e 15.<sup>a</sup> lixiviações, nota-se entre elas uma quasi igualdade, quanto à composição da lixívia, pressão máxima atingida e tempo total de lixiviação; a grande melhoria na qualidade do produto obtido é devida, exclusivamente, à influência da variação do ritmo na elevação da pressão, influência já apercebida a partir da 13.<sup>a</sup> lixiviação, e que nos levou à resolução total do problema.

### **Pasta pelo processo da soda cáustica**

A preparação da pasta de E. Globulus pela soda, oferece, sem dúvida alguma, muito menores dificuldades, que pelo processo do bisulfito.

Neste caso, como no processo pelo bisulfito, a resolução do problema consiste ainda em empregar os diferentes factores de influência preponderante na marcha da operação, de forma a obter uma celulose satisfazendo as condições impostas pela indústria, que ulteriormente a empregará como matéria prima, com o menor dispêndio possível de álcali, de combustível e de tempo.

Após uma série de ensaios, cuja descrição minuciosa omitimos por desnecessária e enfadonha, em que se fez variar: a quantidade total de álcali em relação à madeira absolutamente seca, a concentração da lixívia em Na OH, duração da lixiviação, pressão e ritmo em que esta se eleva ou baixa, etc. etc., chegámos à conclusão que uma lixiviação efectuada nas seguintes condições:

**Dimensões da madeira  $1 \times 1,5 \times 1$  cm. aproximadamente**

Soda em relação à madeira absolutamente seca.	20 %
Concentração da lixívia em Na OH .....	4 %
Pressão máxima em Kg. ....	7
Temperatura máxima .....	163° C.
Ritmo da elevação da pressão de 0 a 7 Kg ....	1 $\frac{1}{2}$ H.
Pressão a 7 Kg .....	6 H.
Ritmo de baixa da pressão de 7 a 0 Kg .....	1 $\frac{1}{2}$ H.

permite a obtenção de uma celulose com as fibras e vasos completamente deslenhificados e aquelas, sôltas, não atacadas, inteiras, se exceptuarmos as que se romperam durante o corte da madeira e a desfibração da pasta.

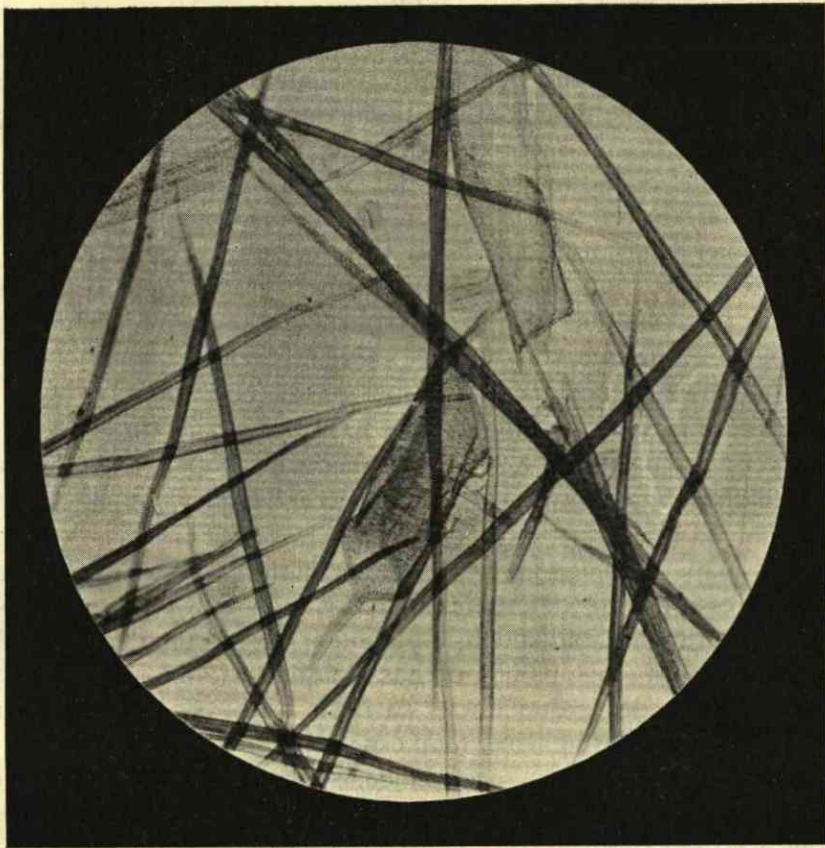
Fazendo variar para menos a quantidade total de álcali ou a concentração da lixívia, mantendo constantes os outros factores, obtém-se uma pasta mais escura, difícil de desfibrar, o que é natural, pois que observada ao microscópio, nota-se uma certa quantidade de feixes de fibras coladas umas às outras e estas e os vasos incompletamente deslenhificados.

Se, pelo contrário, mantivermos a quantidade total de álcali e a concentração da lixívia e baixarmos a pressão, é necessário aumentar o tempo da lixiviação, se se pretender obter uma pasta de qualidade idêntica à da lixiviação tipo; tal maneira de proceder não oferece vantagem alguma, pois que a economia resultante dum menor gasto de combustível, não compensa a imobilização da aparelhagem por um maior espaço de tempo para cada operação, reduzindo-se assim a utilização industrial dessa mesma aparelhagem.

Um aumento de pressão, mantidas constantes a quantidade total de álcali e a concentração da lixívia, permite uma diminuição no tempo da lixiviação. A pasta obtida é escura e portanto de difícil branqueação devido ao facto das fibras estarem atacadas e queimadas.

**Dimensões das fibras**

Para efectuarmos a determinação do comprimento médio das fibras, servimo-nos da celulose proveniente da lixiviação tipo, por ser a que apresenta maior número de fibras inteiras, sôltas e não atacadas.



**EUCALYPTUS GLOBULUS.** *Lab.*—Eucalipto.

*Celulose. Aumento 100 D.*

Comprimento máximo 1,05 mm.

Comprimento mínimo 0,67 mm.

e como resultado de um grande número de medições, o valor de 0,93 mm. como comprimento médio, ou seja praticamente 1 mm.

As fibras, devido ao facto de serem pequenas, estreitas e pouco rugosas, têm pouca tendência para a «enfeltração», isto é, entrelaçam-se com bastante dificuldade; este inconveniente torna a refinação da pasta, no caso mais corrente dela ser utilizada para o fabrico de papel, bastante difícil, não só por dar origem à formação de grumos nas máquinas de refinação, como também pela completa impossibilidade de obter uma pasta bem ligada e resistente.

Estes factos constituem o principal e grande defeito da pasta fabricada, por qualquer dos processos indicados, com a madeira do *E. Globulus*, visto que é impossível fabricar, exclusivamente com esta qualidade de pasta, um qualquer papel de uso corrente.

Misturada em determinadas proporções com outras pastas de fibras mais compridas e resistentes, fornece aos papéis assim fabricados qualidades muito apreciáveis, tais como: finura e macieza ao tacto, opacidade, inércia, etc.

Os papéis contendo pasta de eucalipto são muito apreciados pelos impressores, em determinados casos, pois absorvem muito bem a tinta, secam mais rapidamente e permitem não só uma economia de tinta como uma maior velocidade nas máquinas de imprimir.

As aplicações e qualidades da pasta de *E. Globulus* são muito semelhantes às de castanheiro, faia, esparto, etc.

A grande vantagem económica, sob o ponto de vista da exploração industrial, das matas desta espécie de eucaliptos no nosso País, está no seu rápido crescimento, pouca exigência quanto à qualidade do terreno e ainda ao facto de se prestarem a ser exploradas em talhadia.

A simples título de mera indicação, pois carecemos da confirmação de números exactos, obtidos em ensaios longos e rigorosos, quasi podemos afirmar, que o *E. Globulus*, em Portugal e em terreno regular, é susceptível de fornecer no mesmo espaço de tempo, cinco vezes mais celulose que a *Picea Excelsa* ou o *Pinus Sylvestris* na Escandinávia.

A quantidade de pasta obtida compensará largamente a qualidade.

## **Eucalyptus Viminalis, Saligna e Robusta**

A madeira de cada uma destas três espécies de eucaliptos foi submetida aos mesmos ensaios que a do *E. Globulus* e com os mesmos objectivos: determinar quais as melhores condições de lixiviação e estudar a qualidade das pastas obtidas.

Por supérfluo e desnecessário omitimos a descrição de cada um dos ensaios efectuados, limitando-nos a apresentar as conclusões de interesse prático.

### **E. Viminalis**

Condições de lixiviação da madeira—Idênticas às do *Globulus*.  
Maior rendimento em pasta e esta mais clara que a do *Globulus*.

Dimensões das fibras:

Comprimento máximo 1,01 mm.

Comprimento mínimo 0,57 mm.

e como resultado dum certo número de medições o valor de 0,87 mm. como comprimento médio das fibras.

Qualidade e aplicações da pasta—As mesmas do *Globulus*.

### **E. Saligna**

Condições de lixiviação da madeira—Idênticas às do *Globulus*.  
Dimensões das fibras:

Comprimento máximo 0,71 mm.

Comprimento mínimo 0,73 mm.

e como resultado dum certo número de medições o valor de 0,70 mm. como comprimento médio das fibras.

Qualidade da pasta—Menos resistente e de mais difícil «enfeltração» que a do *Globulus*.

Aplicações—As mesmas do *Globulus*.



**E. Robusta**

Madeira bastante mais escura que a de qualquer dos três precedentes.

Condições de lixiviação da madeira—Idênticas às do Globulus.

Dimensões das fibras:

Comprimento máximo 1,44 mm.

Comprimento mínimo 0,71 mm.

e como resultado de um grande número de medições o valor de 1,04 mm. como comprimento médio das fibras.

Qualidade da pasta—Bastante escura, portanto de mais difícil branqueação, maior tendência para a «enfeltração».

Aplicações—Idênticas às do Globulus.

**Pasta mecânica**

A madeira de cada uma destas quatro espécies de eucaliptos foi submetida a vários ensaios no desfibrador do laboratório.

É praticamente impossível, devido à pequenez do desfibrador, deduzir o rendimento industrial por unidade de força.

Os ensaios tiveram, pois, que limitar-se à observação da cor da pasta e às possibilidades de «enfeltração».

A pasta recolhida nos peneiros seleccionadores tem tal tendência a desagregar-se, que é praticamente impossível formar-se uma folha de alguma resistência.

A cor é bastante clara, quando se trabalha com madeira recentemente cortada e descascada, mas escurece rapidamente, tomando uma cor violácea, ao fim de poucos dias, facto este que junto à dificuldade de se «enfeltrar» torna as madeiras dos E. Globulus, Viminalis e Saligna, absolutamente impróprias para o fabrico de pasta mecânica.

Quanto ao E. Robusta, a madeira é já de si tão escura, que a simples observação é suficiente para a condenar para tal aplicação.





**EUCALYPTUS GLOBULUS.** *Lab.*—Eucalipto.

*Pasta mecânica. Aumento 100 D.*



THE GLOBE AND THE OCEANS

BY J. H. COLEMAN